DISSERTATIO PHYSICA
INAUGURALIS

DE

GLACIE,

EJUSQUE FORMATIONE.

DISSERTATIO PHYSICA INAUGURALIS

DE

GLACIE,

EJUSQUE FORMATIONE,

QUAM

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI,

JACOBI CORNELII BROERS,

MED. CHIR. ET ART. OBST. DOCT., MED. PROF. ORDIN.

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS DISCIPLINARUM MATHEMATICARUM
ET PHYSICARUM DECRETO,

PRO GRADU DOCTORATUS,

SUMMISQUE IN MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI
HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA LUGDUNO-BATAVA,

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

DEFENDET

ERNESTUS CHRISTIANUS BÜCHNER,

GOUDANUS.

AD DIEM XI MARTII MDCCCXXXIV, HORA I—II.

LUGDUNI-BATAVORUM,
APUD J. C. CYFVEER,
MDCCCXXXIV.

4

TYPIS J. G. LA LAU.

VIRO DOCTISSIMO

W. F. BÜCHNER,

MED. AC CHIR. DOCTORI,

PATRI OPTIMO, CARISSIMO.

ET

VIRO CLARISSIMO

A. H. VAN DER BOON MESCH,

MATH. MAG. PHIL. NAT. DOCTORI, ET IN FACULTATE
PHYSICO-MATHEMATICA PROF. EXTRA-ORD.

PRAECEPTORI AESTUMATISSIMO.

HOC GRATI ANIMI SPECIMEN
OFFERT AUCTOR.

Ich habe nur wenige hier gesammelt. Die Natur is zu gross, und mein Geist viel zu klein, sie zu umfangen.

VON ZIMMERMANN.

PRAEFATIO.

Licet doctissimi quique viri, quorum in physicis disciplinis clarum est nomen et auctoritas, multum temporis et laboris collocandum censuerint, ut, quomodo glacies efficeretur, rite exponerent; licetque eorum lucubrationes, ut ab hujusmodi egregiis viris exspectare par erat, lautissimam messem effecerint: tamen omnis non ita exhausta erat materia, ut, si quis eorum vestigia premeret, nullae spicae manerent legendae.

Etenim a veritate non abhorret si dicimus: nondum omnia esse bene perspecta, quae valent in congelationem efficiendam; quaeque, nisi bene intelligantur, multa alia in physica lateant obscura, omnino erit necesse. Hisce igitur, quae obscura manerent, aliorumque curam postulare viderentur, quantum equidem poteram, consu-

lendum existimavi; vel, ut ipse aliquid novi adferrem, praesertim vero, ut doctiorum studia, quae hujusmodi difficultates magis dilucide expedire possent, hasce tenebras dissiparent. Hancce igitur dissertationis materiam quum elaborandam mihi sumsissem; sane magnum dolorem inde capiebam, quod haecce, quam fere emensi sumus, hiems adeo tepida et, ut ita dicam, languida abiret, ut experimentorum, quae essent facienda, nulla potestas daretur.

Haecce igitur pericula quae, fere dixerim, temporis injuria, quominus facerem prohibitus fui, ut alii magis periti et doctiores instituant, ex animo opto.

Haec erant, quae lectorem ignorare nolebam, quae propterea breviter monui, quod oratio properabat grati animi, quo me affici et commoveri sentiebam, sensus explicare, atque pio, et debito, quoque nullum jucundius dici aut cogitari potest, officio fungi. Vobis igitur Clarissimi SPEYERT VAN DER EYK! REINWARDT! *et* DE GELDER! *gratias ago summas, majoresque etiam*

habeo, quorum e scholis atque disciplina fructus fortasse percepi luculentos, certe uberrimos percipiendi est mihi copia data, quorumque benevolentiam, si quando optarem, facilis semper affuit, et adjutrix; talem vobis, si quid valeant piae preces, ex animo precor vitam, qualem omnes, quibus cari estis, et vero alma nostra Academia vobis tributam velint.

Tibi vero Clarissime UYLENBROEK! *cujus claro nomini hancce dissertationem dedicassem, nisi morbi, qui te vexat, invidia (quemque a caro tuo capite omnes depulsum inprimis cupiunt) hocce grati animi testimonium mihi extorsisset; tibique* VAN DER BOON MESCH! *in cujus nominis patrocinio latet juvenile hocce opus (quam mihi tutelam quodammodo dativam, benevolentia scilicet datam et tributam, magni beneficii loco esse, non est, quod dicam) non convenire, equidem sentio, hancce orationis meae mediocritatem; non convenire, magis etiam sentio, quae vestra in me sint merita, reticere; hoc enim esset ingrati vilisque animi; illud nullum*

crimen, nisi parum diserte animi sensa explicantis. Hancce igitur culpam, si culpa est dicenda, in me admittere nullus dubito: non recuso enim minus disertus dici, dummodo ingrati animi absit suspicio. Brevi igitur complectar: si quae umquam meo nomini, sive e Mathematicis, sive e Physicis disciplinis accedat commendatio, hancce vobis penitus deberi, vestris e praeceptis omnem esse oriundam; vestrae institutioni acceptam referri omnino oportere: quod si non contigerit mihi adeo esse felici, hujus rei causam in me omnem fuisse positam, egregiis praeceptoribus non destituto; sed ingenio; sed studii ardore; sed in optimis rebus collocata industria.

DISSERTATIO PHYSICA

DE

GLACIE,

EJUSQUE FORMATIONE.

CAPUT PRIMUM.

DE AQUA, EJUSQUE REFRIGERATIONE.

Aqua magnam partem orbis terrarum quae constituit, certo nobis non minus utilis est quam aër atmosphaericus. Generalis est modus actionis, quo natura in omnibus quae producit, fungitur: itaque vita sine aqua sustentari nequit, qua tam saepe, et tot modis vitae humanae necessitatibus opus est; ut aqua interdicere apud Romanos poena esset, qua cives mali coercerentur (1).

(1) Conf. CICERO, *de Officiis.*

Aqua purissima e duobus principiis constituentibus composita est; ex duobus voluminibus hydrogenii, et uno volumine oxygenii; liquida, humida, pellucida est, sine colore, odore et gustu, calorem et electricitatem male conducit, in igne non ardens, et ad lumen cum reflectendum, tum refringendum apta est prae caeteris fluidis.

Diu dubitaverunt Physici, num aqua elasticitate gauderet; quo ad experimenta instituta a clarissimo Anglo PERKENS (1) docuerunt; ejus volumen diminui 0,035 pressione 326 atmosphaerarum.

In natura distinguuntur *aqua-meteoris*, id quod in terram, nive, pluvia et grandine cadit; et *aqua terrae*, ad quam referuntur aqua marina, aqua fluvialis, et aqua fontana (2). Propter magnam affinitatem, quam aqua cum pluribus materiis habet; purissima in rerum natura vix occurrit. Pluvialis, quamvis prae caeteris purior, quibusdam tamen in aëre atmosphaerico additis heterogeniis

(1) Conf. *Philosophical Transactions for the year 1820.*

(2) Conf. A. H. VAN DER BOON MESCH, *Leerboek der Scheikunde met toepassing op Kunsten en Fabrijken*, D. I.

materiis inquinata est; etiam in quavis aqua naturali aër continetur, et quidem aucta oxygenii ratione, quia oxygenium facilius quam azotum aqua recipitur. Marina habens odorem particularem et gustum amarum et salsum, continet praeter chloruretum Sodii (salem culinarem) insuper sulphates quasdam. In aqua fluviali copia salium quidem minor est quam in marina; sed contra non raro majorem copiam materierum organicarum, cum animalium, tum vegitabilium continet; in aqua fontana et putea, acidum carbonicum, hydrogenium sulphuratum et quaedam species terrenae inveniuntur.

Etiam illa species quae, ex aqua pluviali, niveali et fluviali constat, *aqua mollis* dicitur; cum *aqua dura* vocatur illa species, quae aquam fontanam, aquam puteam, in genere omnes contineat aquas, quibus magna copia salium inest.

Triplici sensu aqua spectari potest; et quocumque in statu illam consideres, magnarum in natura operationum auctrix et causa exsistit.

Primo: In statu aëriformi, ut vapor elasticus,

sicut in aëre atmosphaerico continetur. Causa cur aqua illa gazoformis perpetuo, varia tamen quantitatis ratione, in aëre atmosphaerico contineatur, haec est; quod aqua semper in quavis caloris temperie evaporat. Quando ebullitioni traditur, quae ebullitio locum habet, pressione aëris atmosphaerici $\overset{m.m.}{0,76}$ gradu 100 scalae centenariae, in vaporem majoris tensionis convertitur. Volumen illius aquae in vaporem redactae augetur, millies et septies centies. Si aqua pura est, vapor sine colore, odore, gustu, haud visibilis; frigore tamen rursus in vaporem visibilem, dein in liquidum et tandem in solidum concrescit; levior est quam aër atmosphaericus, et gravitas specifica 0,6297. Maximae elasticitatis est hic vapor, quem ad machinas Atmicas (Stoom-machines) movendas converterunt ingeniosi artifices.

Secundo: In statu liquido, est aqua liquida limpidissima, plurimorum corporum solvendorum facultate praedita, terram fertilem facit, crescunt ejus ope animalia, crescunt vegitabilia, et plures effectus producit. Causa liquiditatis aquae, quo

in statu plerumque in natura occurrit, in copia calorici quaerenda est, quae cum singulis particulis conjuncta est; ut ex sequenti experimento patebit. Sumatur unum pondus aquae temperaturae + 75° C., et unum pondus glaciei temperaturae 0° C.; haec misceantur, post omnem glaciei fusionem, habebimus duo pondera aquae temperaturae 0°. Glacies fusa est, sed temperatura eadem mansit; aqua calida + 75° C. liquida mansit, sed refrigerata est usque ad temperaturam glaciei. Glacies omne caloricum absorbuit, quod pondus aquae perdidit, et quo fusa est et in aquam conversa (1). Illud caloricum absorptum dicitur latens, contra liberum illud cujus effectus sentitur thermometro et organis nostris. Quoniam nunc vidimus statum liquidum aquae pendere a copia calorici latentis, quam continet, simul et hoc discimus, statum naturalem aquae, id est illum in quo versaretur, quando nulla materies chemice cum illa conjuncta

(1) Conf. C. S. POUILLET, *Élémens de Physique expérimentale et de Météorologie*, Tome I. Partie I.

esset, statum esse solidum ut MARIOTTUS (1), BOERHAAVIUS (2), et MAIRANUS (3), jam ostenderunt. Nam aqua semper statu solido exsisteret, i. e. glacies esset, nisi caloricum copia satis magna ei inesset, quod caloricum mobilitatem ipsarum particularum conservet: quo circa sulphur, metalla, pluraque corpora, quae species glaciei appellari queunt.

Tertio: Statum soliditatis, explicabimus in sequentibus. Videbimus in capite sequenti, aquam non semper temperatura 0° C. in statum soliditatis transire, sed saepe nonnullos gradus infra hoc punctum. Nunc inquirere conabimur in quibus casibus hoc locum habeat, et quomodo aquam aliquot gradus infra 0° possumus refrigerare sine congelatione.

FAHRENHEITIUS noster, primus habetur, qui aquam ostendit, posse refrigerari nonnullos gradus (4) in-

---

(1) Conf. *Hist. et mém. de l'Acad. Roy. des Sciences*, Tom. X.

(2) Conf. BOERHAAVE, *Elementa Chemiae.*

(3) Conf. MAIRAN, *Dissertation sur la glace.*

(4) FAHRENHEITIUS aquam refrigeravit infra punctum congelationis, thermometri sui 10° et 12° qui aequales sunt 5°,66 et 6°,77 thermometri centigradus.

fra 0° C. sine congelatione; secundum majorem vel minorem puritatem aquae; quod posterius experimentis confirmatum est. Nam BLAGDENUS (1) ostendit, aquam turbidam non posse refrigerari infra 0° C.; cum aqua pura destillata ab illo refrigerata est ad gradum — 5 ad — 6° C. Pluribus gradibus contra aquam refrigerare possumus, quando eam nonnullis acidis miscemus. Ita saltem BLAGDENUS refrigeravit miscelam acidi nitrici et aquae 7°,2 C. infra 0° C.; miscelam acidi sulphurici et aquae 6° C.; et miscelam acidi muriatici et aquae 5°,75 C. infra 0° C. BLAGDENUS tandem et BRAUNUS (2) nonnullis salibus solvendis in aqua pura, ut e tabella sequente patere potest, refrigeraverunt illam aquam adhuc plures gradus infra 0° C.

					Sc. C.		Sc. C.
Solutionem	salis	vulgaris	refrigeravit	BRAUNUS	21°,3	BLAGDENUS	9°,4.
»	»	ammoniaci	»	»	20°,6	»	8°,1.
»	»	dygestivi sylvii	»	»	10°	»	——
»	»	nitratis potassae	»	»	——	»	9°,9.

(1) Conf. *Phil. Transact. 1788.*

(2) Conf. *Novi Comm. Acad. Scient. imp. Petrop.*, Tom. VIII.

				Sc. C.		Sc. C.
Solutionem	Sacchari	refrigeravit	BRAUNUS	7°,3	BLAGDENUS	—
»	cinerum clavellatorum	»	»	7°,3	»	—
»	salis alcali depurati	»	»	6°,6	»	—
»	» Ebson	»	»	4°,0	»	—
»	» sedlicensis	»	»	2°,6	»	—
»	aluminis	»	»	2°,0	»	5°,2.
»	vitrioli viridis	»	»	1°,3	»	9°,9.
»	salis Siberici	»	»	1°,3	»	—
»	tartratis potassae	»	»	—	»	6°,7.
»	arcani duplicati	»	»	0°,6	»	—

Solutio ad punctum saturationis facta est.

Ex comparatione diversorum frigoris graduum, sub quibus diversae hae salium solutiones in glaciem abire coeperunt, adparet, solutiones salium vulgaris et ammoniaci omnium maximos frigoris gradus sustinere posse, antequam ex statu fluiditatis in statum soliditatis transeant. Differentia graduum frigoris procul dubio pendet a diversa salium natura atque textura. Ratio cur aqua si in ea solvuntur sales frigidior evadit, sequens est. Quando corpus solidum transit in corpus liquidum, ut jam ostendimus cum glacie, caloricum latet; quando nunc sal solvitur in aqua, quum

in statum liquiditatis e statu soliditatis transit, sumit copiam calorici aquae, qua copia opus est, ut sal liquidum fieri possit. Hac diminutione calorici liberi nunc majus frigus nascitur; ut mirum non sit aquam majore salis copia impraegnatam plurium quoque frigoris graduum esse capacem. Verumtamen aqua temperaturam infra punctum, ut vulgo dicitur congelationis (1), acquirit; liquida manet ob rationem sequentem: partes salis sese ponunt inter partes aquae, et sic impediunt quo minus partes aquae possint sese disponere eo modo, quo opus est cristallisationi, vel congelationi. Quo major igitur salis copia, eo majus impedimentum congelationi.

Ratio refrigerationis aquae cum acidis conjunctae, etiam est; ut partes illius acidi sese ponant inter partes aquae, qua interpositione partes aqueae

(1) Ex praecedenti patet, hoc punctum perperam dici, punctum congelationis. Tamen putavi, mihi licere ut hanc denominationem conservem, quia usu, unusquisque scit quid hac appellatione intelligitur. Melius esset illud, punctum regelationis vocare; cum aqua temperatura gradus 0 semper regelare incipit.

impediuntur quo minus sese disponant, ut in statum soliditatis transire possint. Causa frigoris, quod nascitur, haec est. Illa aqua copiam calorici dat acido; majus vel minus frigus nunc nascitur, eo modo ut capacitas calorici in acido plus vel minus ab illo in aqua differat.

Causa refrigerationis aquae purae sita videtur esse, in ipsa puritate, et forsan in minori copia aëris, quae illa aqua continetur, nam aqua puratur distillatione, qua aër expellitur.

Quando aqua, in qua continetur solutio salis, in glaciem abit, praecipitat salem; hoc etiam locum habet cum acidis vel spiritualibus, quam ob rem ex hisce substantiis congelatione partiali aqua pellitur, nam partiali congelatione tantum aqua congelat (1).

Si nunc volumus aquam infra 0° C. retinere in statu liquiditatis; debemus eam purissimam, vel mixtam cum acido vel sale quodam, loco quieto

(1) Conf. A. H. V. D. BOON MESCH, *Leerb. der Scheikunde enz.*, D. I.

frigori exponere, vel potius ponere in miscela frigorifica ut BLAGDENUS fecit; et attendere ut nulla causa agitetur aqua, nam videbimus in Cap. II, agitatione statim congelari.

Frigus quod vidimus nasci, quando sales in aqua solvuntur, frigus artificiale dicitur. Productio frigoris artificialis, vel formatio miscelarum frigorificarum inde oritur, quia in corporibus copia calorici solet latere, quando transeant e statu solido in fluidum vel ex hoc statu in aëriformem. Etiam si sales miscentur cum glacie, nive, acido sulphurico, acido nitrico etc. frigus artificiale nascitur. Quando sales siccati, ad pulverem ducti sunt, et cito miscentur in machina, quae calorem male conducit, frigus producitur majus; quam si sales non sunt siccati ad pulverem reducti, et imprimis si miscentur in machina calorem conducente. Quo major salium affinitas est aquae, praecipue mixtioni cum nive, eo magis est frigus quod producitur. FAHRENHEITIUS (1) primus videtur

(1) Conf. *Phil. Transact.* Vol. XXXIII.

fuisse, qui experimenta instituit ad producendum frigus artificiale, quae a NOLLETO, WALKERO, et LOWITZO sunt repetita et emendata.

Sequentes mixtiones sunt, quibus utuntur ad frigus artificiale producendum.

Mixtiones cum glacie vel nive.

			Descensus therm. Fh.
Nix vel glacies	2	partes	ab 0° ad — 5°.
Murias Sodae	1	»	
Nix vel glacies	5	»	ab 0° ad — 12°.
Murias Sodae	2	»	
Murias ammoniae	1	»	
Nix vel glacies	24	»	ab 0° ad — 18°.
Murias Sodae	10	»	
Murias Ammoniae	5	»	
Nitras potassae	5	»	
Nix vel glacies	12	»	ab 0° ad — 25°.
Murias Sodae	5	»	
Nitras ammoniae	5	»	
Nix	3	»	ab + 32° ad — 23°.
Acid. Sulph. extenuatum	2	»	
Nix	8	»	ab + 32° ad — 27°.
Acid. Muriaticum	5	»	
Nix	7	»	ab + 32° ad — 30°.
Acid. Nitricum	4	»	

			Descensus therm. Fh.
Nix	4	partes	ab + 32° ad — 40°.
Murias calcis	5	»	
Nix	2	»	ab + 32° ad — 50°.
Murias calcis cristallisata	3	»	

Mixtiones sine glacie vel nive.

			Descensus therm. Fh.
Nitras Ammoniae	1	partes	ab + 50° ad — 7°.
Carbonas Sodae	1	»	
Aqua	1	»	
Sulphas Sodae	3	»	ab + 50° ad — 3°.
Acid. Nitricum extenuatum	2	»	
Phosphas Sodae	9	»	ab + 54° ad — 12°.
Acid. Nitr. extenuatum	4	»	
Sulphas Sodae	6	»	ab + 54° ad — 14°.
Nitras Ammoniae	5	»	
Acid. Sulphuricum extenuatum	4	»	

BRUGNATELLIUS (1) producit mixtionibus alcoholis, aetheris vel liquoris mitigati cum nive, frigus simile ei quod obtinetur mixtione potassae cristallisatae et nivis: in iis utitur duabus partibus nivis et una parte alcoholis.

---

(1) Conf. ROZIER, *Journal de Physique*, Tom. 78.

Tandem secundum DÖBEREINER frigus producitur, mixtione nonnullarum miscelarum metallorum; quando miscentur 616 partes amalgamae plumbi, constans e 212 partibus plumbi et 414 partibus hydrargyri; et 688 partes Bismuthi amalgamae, constans e 284 partibus Bismuthi, et 404 partibus hydrargyri; tum oritur diminutio temperaturae ab +20° ad —1°, et quando 118 partes Stanni, 207 partes plumbi, et 284 partes bismuthi in 1616 partes hydrargyri solvuntur, tum descendit thermometrum ab +17°,5 ad —10°.

CAPUT SECUNDUM.

DE AQUAE CONGELATIONE.

§ 1.

De naturali glaciei formatione.

Transitus e statu liquiditatis in statum soliditatis vocatur congelatio. Frigus, quo congelatio fit, oritur actione diminuta solis, radiatione, contactu, evaporatione, mutatione status, id est quando corpora solida in fluida vel fluida in aëriformia transeunt; et in genere tum quando caloricum liberum latere incipit frigus nascitur. Secundum MAIRANUM (1) saepe etiam causae locales eo valent; certo efficiunt sales in nonnullis regionibus, sicut nitras potassae, quae in aëre atmosphaerico invenitur, gradus intensissimos frigoris. Sunt Provinciae

(1) Conf. ejus *Diss. sur la glace.*

in China, Lusitania et Sicilia, ubi inveniuntur immensae massae glaciei, quando tantum terra effoditur tres vel quatuor pedes; etiam mensibus Julio et Augusto; hujus rei causa est maxima copia nitratis potassae, quae ea terra continetur.

Observandum tamen est varios frigoris esse gradus, ut omne frigus congelationem aquae non possit producere. Huic congelationi opus est frigore quod thermometro centigrado indicatur 0°.

Deinde animadvertendum est, quantitatem glaciei, quae formatur, secundum FLAUGUERGUEM (1), non semper in eadem ratione esse cum gradibus frigoris qui thermometro indicatur. Hic enim contendit 100 centimetrorum cubicorum aquae, quae tres dies continuos frigori exponebantur, cum thermometrum indicaret —3° C., Barometrum 27,11 centimetra, et omnia porro paria essent; tempore duarum horarum, primo die congelarent 66 cent. cub., secundo die 83 cent. cub. et tertio die 67 centimetra cubica.

---

(1) Conf. ROZIER, *Journal de Physique*, Tom. XV.

Nobis congelationem aquae explicantibus, primo videndum erit; quomodo haec fiat, quum aquam in vasis frigori exponimus, et secundo de formatione glaciei in fluminibus, lacubus et maribus.

Quando aqua quae vasis continetur frigori exponitur; aut subito, aut lente congelari incipiet, quod dependet non solum ab intensitate frigoris, sed etiam a materie et natura vasorum. Nam quantitas calorici latentis, quod fluiditatem constituit, eo facilius liberatur quo intensius sit frigus, quia aquae caloricum tum citius impertitur corporibus frigidioribus ambientibus, ad aequilibrium efficiendum, quod caloricum semper efficere conatur (1). Quae porro de natura vasorum dicta sunt, hisce intelligimus facultatem majorem vel minorem qua caloricum conducitur. Nam causa soliditatis unice debetur diminutioni calorici et speciatim calorici absorpti, quod ad statum liquiditatis est necessarium, ut ex sequentibus videbimus; exinde sequitur congelationem eo citius locum habituram

(1) Conf. C. S. POUILLET, *Élém. de Phys.* etc., Tom. I. Pars 1.

esse quo facilius vasa caloricum conducunt; et quando utimur vasis non conducentibus, aqua non potest congelari.

Jam ante monuimus, quomodo experimento constet, causam liquiditatis ex praesenti portione calorici pendere; ejus contrarium explicaturo patebit congelationis causam non alio fundamento quam calorici certae quantitatis liberatione superstructam esse. Sumatur pondus unum aquae temperatura gaudentis 0° C, quod addatur aequali glaciei portioni, sed temperatura gaudentis —75° C.; tum is erit effectus ut tota mixtura, i. e. duo illa pondera solidescant, eorumque temperatura 0° evadat. Quod scilicet ita explicandum est: id quod glacies erat, 75° augetur ab aqua affusa; cujus quantitas, quam continet calorici latentis, libera facta cum glacie jungitur, ejusque temperaturam auget, atque aqua ipsa nunc causa, quae liquiditatem constituebat, destituta in glaciem mutatur.

Omnes fere Physici cum veteris, tum recentioris temporis observaverunt, modum quo congelatio fiat, et phaenomena quae hanc mutationem status

liquidi in statum soliditatis comitantur. Magna lis inter illos fuit, utrum aqua etiam congelari incipiat a fundo, an solum congelari incipiat a superficie. Hodie tamen haec lis secundum POUILLETUM (1) diremta esse videtur, ubi legimus verba sequentia: »La formation de la glace au fond même de l'eau »a été longtems contestée; mais d'habiles observa»teurs en ont receuilli des preuves directes, et il »s'agit maintenant d'en expliquer la cause, et non »plus d'en nier la possibilité."

NAIRNUS (2) primus videtur fuisse, qui experimentis ostenderet, etiam aquam vasis contentam nonnunquam a fundo incipere congelari. Duo vasa vitrea frigori exposuit, alterum repletum aqua marina; alterum mixtura aquae nivis et pluvialis repletum. Post spatium temporis 17′ incipiebat vas mixtura aquae nivis et pluvialis repletum a fundo congelare, quum temperatura gauderet —0°,77 C.;

(1) Conf. ejus op. cit. Tom. II. Pars 2.
(2) Conf. *Phil. Transact. 1776.*

dum aqua marina, post spatium temporis 31′ a fundo congelare incipiebat temperatura —1°,67C.

Hieme quae proxime praeterlapsa est, ut observarem quomodo aqua congelescat et phaenomena animadverterem, quae mutationem status liquiditatis in statum soliditatis comitantur; vitrea quaedam vasa frigori exposui, quae repleta erant aqua fluviali, putea, et aqua glaciei, cum frigida, tum calida, et miscelis utriusque: nempe frigidae et aquae calidae. Quum haberem tantum unum thermometrum, solum potui definire temperaturam aquae, illo momento, quo eam frigori exponebam. Omnibus diebus, quibus experimenta sunt instituta, quae sunt: 3, 4, 5, 11, 20, 21, 22, 23, mensis Januarii anni 1833, conatus sum variis aquis dare eamdem temperaturam; ita ut aquae calidae constantem semper haberent temperaturam + 100° C.; miscelae temperaturam + 47° vel 48° C.; et aquae frigidae illam + 1° ad + 2°. Post temporis spatium unius horae ad duas horas, aqua calida congelari incipiebat a fundo et parietibus, semper observavi, quod simul cum aqua glaciei calida pri-

mo, post minimum temporis spatium, secundo fluvialis, et tertio aqua putea congelesceret; verosimiliter propter copiam salium, hacce aqua contentorum, quae, ut jam vidimus, congelationi obstant. Miscelis, aquae frigidae et calidae, opus erat temporis spatio unius horae ad nnam et dimidiam horam, antequam in statum soliditatis transirent. Hae miscelae etiam a fundo et parietibus congelare incipiebant. Sed ita tamen ut aqua calida et miscelae primo a fundo et parietibus congelescerent, contra frigida aqua a superficie et parietibus. Sequenti modo ut mihi videtur; hoc phaenomenon explicatu facile est. Quando aquam calidam, vasis contentam, frigori exponimus, refrigerabit suprema superficies, quae aëre tangitur frigido, omnium primum, igitur gaudebit illa superficies suprema primo temperatura $+ 4°,1$ C., quo gradu eadem quantitas aquae dulcis occupat minimum volumen, obtinet maximum densitatis; a quo puncto scimus aquam ad punctum $0°$ C., quo ad statum soliditatis transit, rursus dilatari, ita ut ea occupet, secundum experimenta a Physi-

eis hac de re instituta; gradu 0 C., idem volumen quod gradu + 9 C.; cum aqua dulcis gaudet + 4°,1 C. maximo densitatis.

Unusquisque nunc facile intelliget, supremam illam superficiem, si temperaturam + 4°,1 C. maximum densitatis obtinet, propter majorem gravitatem specificam, cadere debere ad fundum. Sic altera adscendit, altera descendit; inde partes sive superficies inferius positae frigidiores erunt, quam superius positae, et congelescent hanc ob rem prius; nam antequam infima superficies obtinuerit maximam densitatem, refrigerata erunt verosimiliter illa, quae ea temperatura gaudebant, jam ad 0° C. et transibunt igitur ad statum soliditatis, priusquam supra-posita potuerunt obtinere temperaturam 0° C. Eandem ob causam congelari incipiebant a fundo mixturae aquae frigidae et calidae. Et nunc causa apparet, cur aqua frigida primum a superficie congelesceret. Haec aqua gaudebat temperatura + 1° ad + 2° C., jam infra punctum, quo aqua maximo densitatis gradu gaudet; superficies suprema, quae tactu aëris fri-

gidi primum refrigescit, manet suo loco, quia aqua puncti $+4^\circ,1$ C. perget se dilatare usque ad 0° C., quod punctum supra-posita primum omnium acquirunt, et hinc primum transeunt ad statum soliditatis.

Causa explicita, qua in genere aqua vase contenta temperatura infra $+4^\circ,1$ C., a superficie congelari incipiat, et aqua vase contenta temperatura supra $+4^\circ,1$ C. (momento nempe, quando frigori exponitur) a fundo congelari incipiat, ostendemus cur aquae vase contentae congelatio semper a parietibus, sive a superficie, sive a fundo, initium faciat. Cujus rei haec causa est: aqua ibi contactu aëris frigidi in vase, prius suum caloricum perdere debet, et acquirere temperaturam 0° C.

Quamquam aqua magis subito aut lente congelabit, secundum naturam vasorum, quibus continetur et frigori exponitur; tamen nullam haec vim habebit, in modum quo congelet. Congelatio tamen locum habebit spatio temporis minori, quando vasis metallicis continetur, quia metalla optimi sunt conductores calorici, quam si vasis vitreis et ligneis

continetur, quae pejores conductores sunt. Hac mala conductibilitate illorum vasorum aut ligneorum, aut vitreorum et ipsius aquae, causa sita est, cur intima pars aquae his vasis comprehensae, non congelet nisi frigore vehementi aut si frigori per longum tempus exponatur.

Altera aqua prius quam altera congelat, quia saepe certas materias continent, quae congelationi obstant. Sic v. g. ad statum soliditatis transit aqua marina temperatura gradus — 1°,67 C.; cum aqua dulcis pura congelari incipit gradu 0° C. Hujus rei haec est causa; quod aqua marina sales continet, quae proprietate gaudent, aquam quamquam frigidior evadit, in statu liquiditatis retinendi.

Postquam, pro viribus, explicui quomodo congelatio aquae, vasis contentae, locum habeat; videbimus de aquae congelatione in fluminibus, lacubus et mari.

Hales (1) jam observavit, glaciem in aquis

---

(1) Conf. HALES, *Statique des végétaux, traduit de l'Anglais, par* DE BUFFON.

stagnantibus et fluviis, et a superficie et a fundo formari. Eodem tempore narrat vidisse se glaciem superficie $\frac{1}{3}$ centimetri, et glaciem fundo $\frac{1}{2}$ centimetri formari, quae partes glaciales se jungebant. Etiam acta Societatis Doctrinarum; quae Harlemi est (1) narrant: aurigam prope Crimpas ad Leccam vidisse, navigium cujus ope, currus ab una ad alteram ripam transvehuntur, autumnali tempore submersum fuisse, ut nullo modo attolli potuerit, verum brevi postquam frigus aliquanto acrius esse inceperat, ad superficiem enatasse undique glacie circumdatum. Hanc in fundo formatam fuisse, constat. Porro observavit DESMARETS, hieme 1780, glaciem a fundo formari; et quidem tantum in iis locis ubi massae arenae inveniebantur. Secundum BRAUNUM sunt, canabis, lana, coma, et praesertim muscus atque crusta arborum, corpora; quae fundo locata se omnium optime glacie teguntur. Inter metalla, stannum hac proprietate gaudet, maximo gradu, ferrum mi-

(1) Conf. *Verhandelingen der Haarl. Maatschappij*, D. XV.

nimo gradu. Recentiores observationes de formatione glaciei a fundo sunt: illae KNIGHTII, hieme anni 1816, atque illae factae a Physicis Argentorati, eodem anno, qui observaverunt glaciem tantum formari, in iis locis ubi lapides et reliquiae angulosae inveniebantur. Etiam HUGIUS formationem glaciei a fundo observavit hieme 1827 et 1829 in fluvio Arula iisdem locis lapidosis. Hic narrat vidisse massae, diametro 33 metrorum gaudentes, verticaliter adscendisse. Tandem mentionem hac de re faciunt, FARGHAUUS qui hoc phaenomenon in Rheno, et DUHAMELUS qui hoc in Sequana observavit (1).

Quamquam verisimile est, formationem glaciei etiam locum habere in superficie aquae, intervallo quodam a ripis et ab omnibus corporibus solidis, vel in medio, tamen difficile est demonstratu; nam

(1) Saepius in aquis stagnantibus, et istis fossis, quae quidem non sunt plane stagnantes, quas nostrates *trekvaart* vocant, sed tamen motu non admodum celeri gaudent, vidi glaciem adscendisse, antequam in superficie ullum ejus vestigium adesset.

si in illis locis initia glaciei invenimus, semper a ripis ea venire contendere possimus, scilicet a fluctibus rapta. Sed verisimile est, quia superficies aquarum saepe temperatura gaudet multorum graduum infra 0° C. sine congelatione; et ita tamen motu, qui congelationem retardet, debere oriri fila glaciei quae, duplice causa, contactu aëris frigidi et radiatione, majora fiunt.

Quum ex observationibus patet, glaciem non ubique a fundo formari, sed tantum in iis locis ubi inveniuntur arena, lapides, vel corpora angulosa; exinde sequitur, haec corpora ejus phaenomeni causa esse, quod porro demonstratur observatione relata a FARGEUO; qui nempe narrat ut dominus caldarii prope Argentoratum siti, ex rivulo quodam ante hiemem, tollat lapides ad prohibendum formationem glaciei a fundo; cum experientia illum docuit, si hi lapides non tolluntur, glaciem a fundo formari. Et hoc nunc convenit cum eo, quod apud omnem cristallisationem observatur; nempe cristallisationem accelerari, quando in fluido quod est congelandum, corpora punctata, vel superficiebus

inaequalibus instructa, inferuntur; cum praecipue circa haec puncta et inaequalitates cristalla oriuntur. Praeterea causa formationis glaciei a fundo in aquis stagnantibus et fluminibus etiam sita est; in refrigeratione aquae plures gradus infra 0° C. sine congelatione; nam in ripis et illis locis ubi profunditas non est magna, totum stratum liquidum partietur hacce refrigeratione; corpora solida fundi etiam partientur contactu aquae; et prope fundum motus minus celer est quam in superficie. Ex inde intelligimus congelationem in fundo locum habere, et quidem prius quam in superficie.

Plerumque in ripis (1) congelatio incipit, quia plerumque aqua iis locis non magna profunditate gaudet, et quia solum eas tangit partes, quae semper aut aëre aut radiatione refrigescunt. Glacies quae illis obtingit, refrigeratur vice sua, propter causam hanc duplicem, et tum evadunt aeque ac ripae ipsae, corpora frigida, quae possunt congelatum efficere quodcumque tangunt.

---

(1) Conf. MAIRAN, *Diss. sur la glace.*

Alio modo tamen congelatio in lacubus locum videtur habere, quam in aquis stagnantibus et fluviis. Saltem confirmant experimenta de temperatura lacuum instituta, aquam, quae ut vidimus in fluviis cum a fundo tum a superficie congelari incipit, in lacubus non nisi a superficie congelari. Nam per hiemen stratum supremum refrigeratur duabus causis, contactu aëris frigidi et radiatione praecipue radiatione nocturna. Strato hoc refrigerato contrahitur, et obtinet majorem densitatem, quo cadit parva profunditate, ad strata calidiora quae sunt infra-posita, quibuscum miscetur. In locum alterius venit alterum, quod etiam refrigeratur, cadit; et hocce modo omnia strata refrigerantur. Nam omne caloricum superficiei perditur, donec singula strata gaudent temperatura +4°,1 C., maximo densitatis, quando supremum stratum, si frigidius evadit, etiam levius evadit, et non potest cadere. Propter magnam profunditatem et debilem conductibilitatem aquae, jam supra-posita strata congelari incipiunt, cum strata infra-posita manent temperatura maximae densitatis. Experimenta

sequentia a DE SAUSSURE instituta de temperatura lacuum nonnullorum a superficie et fundo confirmant, temperaturam stratorum infra-positorum fere constantem esse. Quum agitatio quae undis in supremis stratis locum habet, non sentitur in illis quae sunt infra-posita.

NOMINA LACUUM.	FRIGUS SUPERFICIEI.	FRIGUS FUNDI.	PROFUNDITAS.
Lacus Genevus	5°,0	5°,4 . .	950 pedes.
idem	21°,2	6°,1 . .	150 »
Lacus Thunus	19°,0	5°,0 . .	350 »
» (de Brientz)	19°,4	4°,8 . .	500 »
» (de Lucerne)	20°,3	4°,9 . .	600 »
» (de Constance)	18°,1	4°,3 . .	370 »
» Major	25°,0	6°,7 . .	335 »
» (de Neuchatel)	23°,1	5°,0 . .	325 »
» (de Bienne)	20°,7	6°,9 . .	217 »
» (d'Annecy)	14°,4	5°,6 . .	163 »
» (du Bourget)	17°,3	5°,6 . .	240 »

Haec experimenta e quibus vidimus temperaturam fundi in lacubus circiter constantem esse, instituta sunt ab anno 1777 ad 1784. Hoc phaenomenon non potuit explicare DE SAUSSURE, quia hoc tem-

pore non nota erat proprietas aquae, ut temperatura +4°,1 C., gaudeat maxima densitate.

Nunc etiam facile intelligitur, cur congelationi aquarum magnae profunditatis opus sit frigore intensissimo.

Videamus tandem de temperatura et congelatione marium. Experimenta de temperatura superficiei instituta et infra profunditates diversas marium docuerunt: Inter tropicos temperaturam, decrescere profunditate maris; ut patet v. g. ex sequente tabula.

TEMPERATURA SUPERFICIE MARIS.	TEMPERATURA PROFUNDITATE INDICATA MARIS.	PROFUNDITAS IN METRIS.	NOMINA OBSERVATORUM.
28°,33	7°,5	1846,10	Sabine.
30°,77	9°,7	184,61	Ross.
22°,88	5°,6	1846,10	Wauchope.

Contra in maribus polaribus temperaturam accrescere profunditate: quod serie sequente observationum de temperatura Oceani hac de re possumus evincere.

LATITUDO.	TEMPERATURA AERIS.	TEMPERATURA AQUAE SUPERFICIEI.	TEMPERATURA AQUAE PROFUND. INDICATA.	PROFUNDITAS IN METRIS.	NOMINA OBSERVATORUM.
80°,1′ S.	4°,4	−1°,3	2°,4	221,69	Scoresby.
79°,4′	1°,1	−1°,7	−0°,5	24	Id.
			1°,0	68,30	Id.
			1°,4	105,23	Id.
			2°,2	184,61	Id.
			2°,2	738,46	Id.
79°,4′	3°,3	−1°,7	2°,9	1347,66	Id.
78°,2′	2°,2	0°,0	3°,3	1404,92	Id.
78°,0′	4°,7		−0°,6	214,76	Mulgrave.
77°,4′	−1°,1	−1°,7	−1°,6	92,30	Scoresby.
			−0°,6	184,61	Id.
77°,15′	−8°,8	−1°,6	−1°,6	36,92	Id.
			−1°,6	73,84	Id.
			−1°,1	110,76	Id.
			−1°,1	184,61	Id.
76°,34′	−3°,8	−1°,1	−0°,6	36,92	Id.
			1°,7	73,84	Id.
			1°,1	110,76	Id.
			1°,5	184,61	Id.
76°,16′	−8°,8	−2°,0	−1°,7	36,92	Id.
			−2°,6	92,30	Id.
			−1°,1	227,07	Id.
	−11°,1	−1°,7	−0°,1	92,30	Id.
			1°,0	227,07	Id.
			0°,7	424,61	Id.
75°,28′		1°,1	0°,0	579,69	Ross.

LATITUDO.	TEMPERATURA AERIS.	TEMPERATURA AQUAE SUPERFICIEI.	TEMPERATURA AQUAE PROFUND. INDICATA.	PROFUNDITAS IN METRIS.	NOMINA OBSERVATORUM.
75°,2′ S.	— 0°,5	— 1°,1	— 0°,4	173,53	Parry.
73°,37′		1°,4	0°,0	147,68	Ross.
73°,35′	3°,8	1°,1	1°,1	341,53	Parry.
72°,7′	5°,5	1°,1	— 0°,6	217,84	Id.
72°,5′	— 0°,5	— 0°,8	— 1°,0	203,07	Id.
72°,0′	0°,5	0°,0	0°,1	138,46	Id.
71°,24′	3°,3	1°,7	0°,6	162,46	Id.
69°,0′	15°,3		0°,0	1242,15	Mulgrave.
68°,24′	— 0°,5	— 0°,8	— 0°,8	313,84	Parry.
68°,12′	— 0°,8	0°,0	0°,6	1421,53	Id.
66°,19′	1°,1	0°,0	1°,1	269,53	Id.

Et porro experimenta docent, maria in zonis temperatis, comprehensa inter 30° et 70° latudinis, temperatura eo minus decrescere, quo major fiat latitudo, et prope parallelum 70° incipere accrescere.

Hisce nunc sequitur tractum esse, in quo temperatura maris est circiter constans, a superficie usque ad magnam profunditatem. Ex illis observationibus vidimus, infra aequatorem profunditate 1846, 10 metrorum, temperaturam esse 6° vel 7°, cum

strata supra-posita nunquam gaudeant temperatura infra 0°. Et apud polos profunditate 1300 metr.: temperatura gaudere 2° vel 3°; cum aqua superficiei nunquam obtineat temperaturam supra 0° C. Horum phaenomenorum ratio est: fluxus inferior (1) magis vel minus celer, quo aqua refrigerata polorum, infra aequatorem venit, et fluxus superior, quo aquae calefactae aequatoris contra veniunt ad polos.

Versus polum australem secundum WEDDELUM mare gaudet majore profunditate, quam in regionibus septentrionalibus, et temperatura est iis in locis altior.

Infra aequatorem ubi mare, ut jam vidimus, nunquam temperaturam obtinet minorem quam 20°, aqua congelare non potest. Illa pars maris comprehensa inter duas zonas temperatas contra, congelat non nisi in littoribus hieme frigidissimo. Cum mare polare semper tegitur crusta glaciei, gaudens illud nunquam temperatura supra 0°, cum hieme

---

(1) Conf. c. s. POUILLET in op. cit. Tom. II. Pars 2.

decrescit usque ad — 47°,5 C. In maribus septentrionalibus, massae glaciales sese extendunt usque ad 70° latitudinis; in maribus australibus tamen observavit HORSBURGHUS (1) montes glaciales; latitudine meridionali 37° 31′ et 39° 13′; altitudinis 150 pedum supra superficiem maris; mense Aprilis 1828 et 1829. Ille putat, has massas glaciales, iis in locis ubi prius nunquam sunt observatae, non esse formatas, sed causa quadam ignota v. g. vi volcanica, venisse ex locis illis, ubi ortae essent. REESIUS dicit in Encyclopedia sua, saepius glaciem innatantem (floating ice) sed nunquam montes glaciales, ea latitudine sese ostendere.

In Plagis Spitsbergen et Groenlandii hac massae glaciales gaudent crassitie 20 ad 25 pedum; et in freto Baffino inveniuntur montes glaciales altitudine 500 pedum. Saepe etiam illae massae formant plana immensa, extensitatis 300 vel 400 milliarum quadratorum.

Non nisi a superficie maria congelari incipiunt,

(1) Conf. *Philos. Transact.* *1830*, Part. I.

exceptis littoribus, ubi profunditas exigua est, ubi possumus ponere, quod unico tantum strato quasi constet, ibi etiam a fundo congelari potest. Distantia quadam a littore etiam formatio glaciei incipit; nam Scoresby narrat saepius vidisse glaciem formari distantia 20 milliarum a littore. Post formationem filamentorum primorum glacialium, mare eam induebat speciem quasi oleum sub superficie illius repansum esset. In locis illis ubi hoc observavit maximum densitatis aquae est gradu 1,026; congelari incipiebat temperatura —2°.

Temperatura qua pleraeque aquae, flumina, lacus et maria congelari incipiunt est incognita; saepius congelatio infra zero graduum locum habet, sic v. g. Sequana congelescere incipit temperatura —9° C, et Rhodanus temperatura —18° C; verosimiliter motus continuus molecularum obstat illi, forsan etiam aliae causae (1).

Quando congelatio lente incipit primo formantur tenuissima filamenta, post prima filamenta oriuntur

(1) Conf. c. s. POUILLET in op. cit. Tom. II. Pars 2.

alia, quae sese jungunt, sic vellus et tandem crusta formatur. Causa cur aqua non ubique simul congelet, sita est in liberatione copiae calorici latentis. Nam quum scimus formatione glaciei, liberari caloricum, exinde sequatur necesse est ut, postquam prima filamenta orta sunt, liberetur; hoc caloricum accipitur parte aquae, quae hocce majorem temperaturam nanciscitur, quam, ut congelare possit, debet perdere; ad quod efficiendum certo tempore opus est. Celeritas congelationis nunc dependet a facultate qua, copia calorici accepti perditur.

Illa filamenta sese jungunt, secundum MAIRANUM (1) angulis 60°, et si vasis rotundis utimur, ea filamenta quorum fines parietibus vasorum sunt fixae, semper faciunt chordum arcus 120°. Haec filamenta glacialia alios angulos rarissime constituunt, et nunquam certam directionem, quae est inter trigesimum et sexagesimum graduum excedunt.

Ast subito orta congelatione alia quaedam est ra-

---

(1) Conf. ejus *Diss. sur la glace.*

tio (1); omnia quidem succedere solent, neque eodem momento fiunt, sed ita subito, ut quantumvis attento oculo, eorum successionem assequi non possimus; statim, quoad sensus nempe oritur pellicula tenuis a parietibus ad medium versus, cujus incrementa tam cito fiunt, tamquam si tota simul formaretur, quaeque in cuspidem exit. Mox eodem modo haec obtinent in tota vasis orbita, et pelliculae istae in cuspides triangulares exeuntes, omnes in centro vasis concurrunt, et sic additis novis pelliculis lateralibus, primam glaciei lamellam constituunt, cui jungentibus se aliis, ab inferiore parte oritur glaciei integra crusta, quae brevi in massam solidam abit.

Quae dicta sunt de junctionis modo filamentorum glacialium, tantum valet de glacie in superficie formata; cum in glacie a fundo formata, filamenta videntur esse innexa (2).

(1) Conf. P. MUSSCHENBROEK, *Introductio ad Philosophiam naturalem*, Tom. II.

(2) Conf. *Annuaire pour l'an 1833, par le Bureau des longitudes.*

Grassities crustae glaciei mutatur subito primis momentis; sed post illa momenta, frigus penetrat lente, propter imperfectam conductibilitatem glaciei; propter quam causam flumina vel in genere illae aquae, quae majori profunditate gaudent, numquam a superficie usque ad fundum possunt congelari. Radiatio nocturna videtur multum contribuere ad hoc phaenomenon; nam saepe observantur strata distincta, quae altera post altera sunt formata. Sic v. g. hieme Anni 1821 distincta sunt 21 strata in massa glaciei 15 cent. crassitiei in lacubus, formata prope New-Heaven (1). Differentia inter strata supra-posita erat inter 12 ad 18 lineas; inter infra-posita erat 3 ad 6 lineas, perpetuo frigus auctum erat.

Quando aqua ad punctum congelationis accedit, et quando congelari incipit, magna copia bullarum aërearum surgit. Aqua, ut novimus, semper cum quantitate aëris conjuncta est; si nunc

(1) Conf. *Transact. of the American philosoph. Society for promoting useful Knowledge for the year 1823.*

aqua refrigeratur infra punctum + 4°,1 C., quo gaudet maximo densitatis, dilatatur, particulae sese disponunt ut transeant e statu liquido in solidum. Hocce motu aër partim expellitur, sub forma bullarum, quae superficiei venientes hiant.

Philosophi Florentini (1) primi videntur fuisse, qui observaverunt, aquam congelantem dilatari, et quidem experimento sequente: cavum aureum globum aqua impleverunt, clauseruntque, mensura usi sunt circulo maximo; in glaciem deinde conversa aqua, globus aureus valde intumuerat, ut circulum nequaquam trajicere potuerit. Post illos DESMARETSIUS (2) qui tubum $\frac{1}{4}$ centimetri diametri aqua complevit ad altitudinem duorum centimetrorum, et frigori exposuit. Quando aqua erat congelata, $\frac{5}{16}$ centim. altior, quam cum liquida esset. Alter tubus, unius centimetri diametri, aqua repletus ad altitudinem sex centim. adscensa erat post congelationem $\frac{7}{8}$ centim. Ambitus hujus volu-

---

(1) Conf. P. MUSSCHENBROEK in op. cit. Tom. II.
(2) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. XX.

minis postquam increvit, differt: secundum BOYLUM (1) volumina sunt in rationem ut 8:9, secundum MAIRANUM ut 14:15, secundum alios ut 18:19.

DALTONUS (2) conatus est illam dilatationem mathematico modo definire. Sua computatio tamen nititur hypothesi, et quidem sequente: ut particulae minimae aquae gaudeant globorum forma; qui globuli ita sunt dispositi, ut illi, qui constituunt secundum stratum horizontalem, positi sint in spatio eorum qui primum faciunt stratum horizontalem; ita ut unusquisque globulus quatuor punctis insideat, qui 45° circa centrum globulorum primi strati positi sunt (conf. fig. 1 et 2). Sumatur numerus globulorum, qui in linea lineari cubi sunt, aequalis n; tum exprimitur numerus globulorum strati horizontalis per n^2; et quum linea AC, quae jungit centra duorum globulorum, qui sunt in diversis stratis, cum plano horizontale efficit

---

(1) Conf. *Hist. et mém. de l'Acad. Roy. des Sciences*, Tom. VII.
(2) Conf. DALTON, *Chemical Philosophy*, Tom. I.

angulum 45°, fit numerus stratorum, quae cubi altitudinem constituunt, aequalis $\frac{n}{\sin. 45^\circ} = \frac{n}{\frac{1}{2}\sqrt{2}}$. Quo sequitur numerus globulorum vel particularum in cubo esse $\frac{n^3}{\frac{1}{2}\sqrt{2}} = n^3 \sqrt{2}$. Ponatur porro cubum illum per congelationem mutari in corpus rhomboidale; quo in casu, unaquaeque particula strati altioris insidet tribus aliis particulis strati inferioris; (conf. fig. 3 et 4) quando linea A C cum plano horizontale facit angulum 60°; tum adscensus exprimitur per $\frac{n}{\sin. 60^\circ} = \frac{n}{\sqrt{\frac{3}{4}}} = \frac{2n}{\sqrt{3}}$. Ambae bases nunc sunt in rationem ut $1 : \sqrt{\frac{3}{4}}$; altitudines C D ut $\frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{1}{2}\sqrt{3}$; areae horum corporum ut $\frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{3}{4}$ id est ut 0,7071 : 0,750 vel etiam ut 0,943 : 1. Quae summa fere convenit cum illo MAIRANI (0,933).

Haec ratio tamen constans eadem non potest esse; nam, quando congelatio lente et quiete locum habet, glacies accipit maximae densitatis gradum, tum dilatatio est minor; quum quando refrigeratio, unde congelatio, subito fit, vel si massa liquida agitetur, tum dilatatio obtinet maximum ambitum, moleculae carent tempore sese dispo-

pere, ut statum soliditatis transeant; debent tum partes interiores certo et definito loco manere (1).

Causa hujus dilatationis sita est in proprietate, quâ aqua gaudet, ut temperatura + 4°,1 C. obtineat maximum densitatis, et ab eo inde puncto, quando vel calidior vel frigidior evadit, expanditur, et quidem eo magis quo temperatura adscendat vel descendat. Unusquisque nunc facile intelliget, aquam in statum soliditatis transeuntem, frigidiorem magis magisque dilatari; glacies majus volumen occupat quam aqua ex qua orta est.

Generalis effectus hujus dilatationis est, vasa terrena, vitrea, lapidea, metallica, quae aqua repleta sunt, hient; arbores finduntur, quod in Lapponia, et America Septentrionali adeo violenter efficitur. Illam vim, qua expanditur, immensam esse, etiam ex sequentibus experimentis patere potest. Hugenius (2) sclopetum penitus aqua replebat, alteram partem hermetice, alteram ope coch-

(1) Conf. c. s. pouillet in op. cit. Tom. I. Pars I.
(2) Conf. *Hist. et mém. de l'Acad.* etc., Tom. I.

lcae perfecte claudens, et ne hoc modo aqua ullo modo exire posset, hanc plumbo liquefacto obstruens, post decem horas frigori expositum, sclopetum totum disruptum fuit. Paucos annos post BUOTUS hoc experimentum eodem cum exitu instituit. BOYLUS (1) tubum rotundum cupreum aqua replevit trium centimetrorum diametri, et quum congelata esset, invenit hanc glaciem 74 pondera posse ferre. Sed jam ante illum instituerunt Academici Florentini experimentum, cujus tubi rotundi et cupri ea debet esse crassitie, ut non possit hiare dilatatione glaciei. MUSSCHENBROEKIUS e reactione metalli illam vim computavit, et invenit: eam esse aequalem pressioni 27720 ponderum. Tandem WILLIAMS (2) epistomum cavatum cujus diameter externus erat $12\frac{8}{10}$ centim., internus $9\frac{1}{10}$ centim., ferreo operculo clausum, $2\frac{5}{8}$ pondera aqua replevit et frigori exposuit, dilatatione operculum expellitur et 415 pedes projicitur. Voluminis incrementum erat inter $\frac{1}{17}$ et $\frac{1}{18}$.

---

(1) Conf. BOYLE, *Historia frigoris.*

(2) Conf. *Phil. Transact. of Edinburg*, Vol. II.

§ 2.

De modis, quibus glacies arte formatur.

Quando aqua, quae temperatura 0°C., vel temperatura infra hoc punctum gaudet, agitetur; mox congelari incipit. Etiam congelatio promovetur in aquam injicienda particula minima, omnis materiae, sed praecipue glaciei. Porro fricandis parietibus vasis infra perpendiculum cera, tum quasi oriuntur vibrationes sonorae: infra ceram mox glaciem oriri vidimus (1). Secundum HOLLMANNUM (2) etiam efficitur congelatio, quando aqua sufficientem frigoris gradum concepit, sive transfertur in calidum locum, sive vitrum tantum manu calida comprehenditur, aqua ferme omnis eo momento fere in glaciem convertitur. Causam cur aqua ad punctum congelationis fere frigefacta, unico fere momento in innumeratas istiusmodi mireque se de-

---

(1) Conf. MAIRAN, *Diss. sur la glace.*

(2) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. XLIII.

cussantes, lamellas glaciales, unum corpus continuum efficientes, abeat, si vitrum quo aqua continetur, subito calore circumfundatur, explicare non ausim. Triewaldus (1) copiam aquae uno secundo pressione in glaciem convertebat. Tandem ope scintillae electricae congelatio acceleratur. Hujus rei sequenti modo certiorem me feci: duo vasa vitrea eadem copia aqua pura repleta, refrigeranda in scabello isolato posui, in conclavi ubi thermometro indicabatur temperatura —7° C.; in utrisque thermometrum posui; cum altero catenam cupream vulgarem junxi, ut transiliret scintilla electrica e machinâ electricâ; quando nunc aqua refrigerata erat usque ad 0°, curavi ut in hoc transiliret scintilla; postquam mox vidi filamenta glacialia oriri; quum aqua altero vaso contenta adhuc per certum temporis spatium liquida maneret et refrigeraret ad gradum —2,5 C., antequam in soliditatis statum transiret.

Ratio hujus phaenomeni sita est, in conducti-

(1) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. XXXVII.

bilitate metalli, vel in agitatione, quae fit quum transilit scintilla electrica; vel in ea quod in congelationem electricitas habet suam vim. Ambae primae causae certe eo valent; verosimiliter etiam tertia eo valet, quum FONTUS (1) observavit, quando lagena, quae collo unius ad duo centimetra gaudet, aqua repleta, gossypio investitur, aethere humectatur, atque postea infra antliam pneumaticam ponitur et aër exhauritur, scintillam transilit e collo lagenae, antequam aqua in glaciem transit. Haecce observatio a FONTENELLO (2) confirmatur, qui dicit illam scintillam esse electricam.

Praeter modos dictos quibus congelatio acceleratur, adhuc alii exstant quorum ope glacies formatur: de hisce nunc agendum est.

Ope miscelarum frigorificarum, de quibus in cap. I. egimus, glacies sequenti modo efficitur. Ad hunc finem illae materiae, quae miscelam frigorificam constituunt, commiscentur in machinis

(1) Conf. *Konst- en Letterbode 29 Nov. 1833*, N°. 53.
(2) Conf. *Journ. de Chem. med. 1833.*

congelationis, in quibus aqua ad congelandum ponitur. In illo experimento utuntur plerumque machinis inventis a HENRYO et PEPYSO; quas nunc decribimus. Illa a HENRYO inventa fig. 5. constat ex echino ligneo A A′, qui operculo clauditur. In hocce positus est alter echinus lacco (sit venia verbo) et stanno obtectus B B′, quo clauditur operculum concavum C C′. In hoc secundo tertius est positus ferreus D. Quando adhibetur; echinus A A′ repletur miscela nivis et muriatis sodae; secundus et ejus operculum C C′ eadem miscela repletur, cum in tertio D aqua, vel liquor qui congelari debet, ponitur; et tandem operculo ligneo clauditur machina.

Machina congelationis inventa a PEPYSO fig. 6. constat e duobus echinis ferreis lacco obtectis, quorum alter A A′ in alterum B B′ positus est. Hujus usui inservit, miscela frigorifica: sulphas sodae et acidum sulphuricum extenuatum, vel glacies aut nix cum muriate calcis; etiam possumus uti aliis miscelis, praeter eas cum acido nitrico et acido muriatico. Duae lagenae, quae continere possunt

quatuor uncias aquae, replentur acido sulphurico extenuato, ponuntur in cylindris C C′, et circumdantur pulvere cristallorum sulphatis sodae; echinus A A′ repletur miscela sulphatis sodae et acidi sulphurici; apparatus operculo E clauditur, quod etiam hacce miscela repletum est. Post spatium temporis 30′ tollitur operculum, et cylindra quibus continetur acidum sulphuricum extenuatum et sulphas sodae, profunduntur subito in cylindrum magnum D, in quo aqua vel alius liquor ad congelandum positus est. In hisce machinis etiam materiae, quibus opus est magna temperatura ad congelandum ponuntur; ut v. g. hydrargyrum, ammonica, aether etc.

Modus quo glacies in Indiis formatur, sequens est. In Indiis per menses Decembris, Januarii, et Februarii tantum glacies formatur (1). Eo consilio agellus dividitur in partes quatuor vel quinque pedum quadratorum, quorum margines accumulantur usque ad quatuor pedes supra superficiem terrae vel soli; ca-

---

(1) Conf. *Phil. Transact.* 1793.

vitates quae tum oriuntur, replentur stramento siccato, in quo stramento locantur cacabi terrae non incrustati. Postea tamen cacabi incrustati aptiores sunt reperti. Hi cacabi sunt tam porosi, ut parietes extremi eorum humidi evadunt, momento quo aqua replentur; interne perlinentur buturo, ad glaciem tollendam sine disrumptione vasorum. Post meridiem horâ sextâ, omnes hi cacabi, qui saepe sunt 100,000, replentur aqua, in quo utuntur 300 hominibus; matutina horâ quintâ tollitur glacies e cacabis. Temperatura +5° C. aqua congelari incipit, si tempus serenum est. Infra superficiem soli ponuntur, quia aër frigidus iis locis quiete magis manet.

Glaciei formatio in Indiis, diu est attributa evaporationi aquae in illis vasis per noctem. Secundum Scottum tamen, qui illam formationem observavit causa debetur radiationi calorici. Quod radiatio calorici hujus formationis glaciei causa sit, eo demonstratur, ut unumquodque impedimentum ejusdem, congelationi aquae obstat; sicut v. g. locum habet, quando tenditur super cacabum linum tortum, tum observamus aquam transire in statum

soliditatis utrisque lateribus lini torti, cum illa pars tecta lino torto, infra illum liquida manet. Verosimiliter debetur utrisque.

Videamus tandem quomodo glacies in vacuo formetur. RIMALDINIUS (1) primus videtur fuisse, qui aquam aëre purgatam, congelandam curavit, hac replevit tubum vitreum aëre vacuum, qui altera extremitate apertus erat, partim hydrargyro atque partim aqua. Extremitate aperta ponebat digitum, et locabat porro eum inversum in vase repleto hydrargyro; propter majorem gravitatem specificam hujus, se ponebat aqua in partem superiorem tubi vitrei inversi. Post haec tubum per noctem frigori exposuit, postquam tota aqua transiisset in glaciem. HOMBERGUS (2) alio experimento, quae duos annos continuata est, glaciem aëre purgatam obtinuit. Recentiori tempore LESLIE (3) glaciem in vacuo formavit; qui ad hanc finem machinam invenit. Hac machina frigus agit evaporatione in

(1) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. VI.

(2) Conf. *Hist. et mém, de l'Acad. des Sciences 1695.*

(3) Conf. *Ann. de Chemie et de Physique*, Tom. IV et V.

vacuo producta. Est antlia pneumatica, infra cujus recipientem ponitur vas repletum acido sulphurico, et phiala vitrea vel argentea repleta aqua. Quando aër exhauritur, repletur spatium vacuum vaporibus aquosis, quae mox tolluntur acido sulphurico, et absorptio vaporum aqosorum tam cito efficitur ab acido, ut earum formatio, quo experimento aqua, quod in vaporem transit, tanta copia calorici quod in aqua remansit, privatur, ut aqua tota in glaciem mutetur. Formationem cristallorum, experientia docuit, quam maxime accelerari, si aqua in phiala e frivolis porosis facta, supra acidum sulphuricum est posita; et si antea aqua ebullitione liberata est maximâ aëris copiâ, et in lagenis clausis est refrigerata. Anno 1819 LESLIE ostendit, etiam eodem consilio, prospero eventu posse sumi loco acidi sulphurici, faravenam tortam vel siccatam. Hacce machina obtinentur una hora sex pondera glaciei.

Etiam altera machina fig. 7. exstat, nominata ab inventore WOLLASTONO CRYOPHORUM (1), fundata iis-

(1) Conf. *Phil. Transact. 1833.*

dem principiis, nempe frigore postquam in vacuo evaporatio producta est; cujus ope glaciem aëre purgatam obtinere possumus. Globus supremus A dimidia parte aqua repletus est; vacuum nascitur, vel aëre purgatur, claudendo per ebullitionem globum inferiorem B. Ad aquae congelationem excitandam sufficit, poni globum B in miscela glaciei vel nivis cum sale culinari; nam tum vapores aqosi, quibus tubus semper est repletus, condensantur, et congelant; spatium vacuum, continuo repletur vaporibus aqosis, quae iterum condensantur, et congelant. Hac continua evaporatione, tanta copia calorici latet, ut aqua in globo A congelari incipiat.

Ut vidimus agitatione glaciem in aqua satis frigida produci potest; sed in spatio vacuo hoc non locum habet secundum FAHRENHEITIUM (1); qui narrat se agitatione aquae congelationem efficere tentasse, sed frustra, nam non minima congelationis apparebant indicia. Tum, quum spatium vacuum glo-

---

(1) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. XXXII.

buli iterum aëre repleretur, minutissimae spiculae per totam aquae massam diffusae oriebantur. Porro dicit WALKERUS (1) se saepe aquam habuisse aëre vacuam et duobus vel pluribus gradibus infra punctum congelationis frigidam, quam neque agitando, neque concutiendo ullo modo in glaciem convertere potuit, donec tandem eo pervenit, fundum, et parietes vasis, quo aqua continebatur, fricando, quo facto intra breve tempus multa filamenta glacialia oriebantur.

(1) Conf. *Phil. Transact.* 1788.

CAPUT TERTIUM.

DE GLACIE.

Quum igitur satis diximus de aqua ejusque congelatione, agendum videtur de aqua in statu soliditatis; id est de glacie. Glacies est corpus durum, elasticum, album, cujus gravitas specifica (0,937) est minor quam illa aquae. Diminutio gravitatis specificae glaciei sequitur ex dilatatione, quae locum habet quando aqua in glaciem transit: nam eadem copia occupat spatium minus in statu liquido quam in solido: quum haec quae dicta sunt, nunc ad glaciem pertineant, exinde sequitur, quod si numerus particularum aequali volumine minor est, minorem etiam futaram esse gravitatem specificam.

Forma primitiva cristallorum glaciei est pila regularis sex-lateralis; etiam duplo-sex-lateralis, pyramidis, et quae tabularum et stellarum figuram optime referant (1). Saepe in glaciei massa observantur figurae arborum, florum, ramulorum, aliorumque. Alii aërem dicunt in glacie contentum, causam esse harum figurarum; alii eas e cristallisatione aquae quasi sequi.

Durities glaciei dependet ab intensitate frigoris; eo sane durior est glacies, quo congelatio magis subita est; hinc ut in regionibus septentrionalibus ubi frigus est vehementissimum, et congelatio valde subita, glaciem omnium durissimam esse. De duritie glaciei in illis regionibus testatur OLÄUS MAGNUS (2) dicens ex hac arces easque solidissimas, quin et castella in hostium invasiones munientia formatas fuisse. De glaciei duritie in Russia MAIRANUS hoc dicit: »On batit a »Petersbourg pendant l'hiver de 1740, un palais de »glace construit suivant les règles de la plus élé-

(1) Conf. A. H. VAN DER BOON MESCH, *Leerboek der Scheikunde enz.*, D. I.

(2) Conf. ejus *Hist. de Gentib. Septentrion.*, L. II. C. 25.

»gante architecture, et pour pousser le prodige »jusqu'au bout, on mit au devant six pièces de »canon de même matière, avec leurs affuts aussi de »glace: ces pièces étoient du calibre de celles qui »portent ordinairement trois livres de poudre, il »est vrai qu'au lieu de trois livres, on ne leur en »donna que trois quarterons; mais enfin on les »tira, et le boulet d'une de ces pièces perca a soi»xante pas une planche de deux pouces d'épais»seur." Quoniam vero glaciei durities est varia, quae praecipue dependet tum a locorum, ubi oritur situ, tum a majori minorive temporis, intra quod formatur spatio, mirum non est, certam non dari rationem, qua uti possumus ad resistentiam glaciei cum ea, quam offerunt alia corpora solida, comparandam.

At nihilominus MAIRANUS tamen narrat, experimentis institutis hanc rationem invenisse cum marmore uti 1 : 10, at quum durities glaciei tantopere differat, minime inde concludi posse videtur, hanc ut constantem rationem assumendam esse.

Quantitas ponderis quae glacies, sine disruptione, ferre potest non solum dependet a duritie,

sed etiam ab elasticitate glaciei. Ita erat v. g. elasticitas causa ut; CAROLUS X rex Sueciae, transiret parvum Beltum per glaciem cum exercitu toto suo anno 1658. Ut hieme anni 1683 currus Tamisum transirent, quum crassities tantum 11 centimetris gauderet (1). BEVANUS (2) conatus est hanc elasticitatem definire. Eo consilio disjungit in vivario cujus profunditas erat quatuor pedes, partem glaciei, formâ fig. 8, tribus lateribus massae, manente juncta parte in fine a, cum caetera massa. Dimensiones hujus prismatis erant: quod ad longitudinem 100 centimetra, latitudinem 10 centimetra, et crassitiem in a = 3,62, in b = 4,00 et in c = 3,75 centimetra. Distantia 98 centimetrorum lineae conjunctionis ab a ponebat 25 pondera, unde deflectio erat 0,206 centim.; cujus aestimabat modulum elasticitatis aequalem 2,100,000 pedes esse. Deflectio glaciei eadem erat, quum exemta esset aqua, et sub metallo vel ligno posita esset.

---

(1) Conf. *Phil. Transact.*, Vol. VIII.
(2) Conf. *Phil. Transact.* 1826, Part. III.

Eadem ratione crassitiei glaciei secundum BEVANUM, elasticitas accrescit vel decrescit.

Glacies tamen a fundo formata non gaudet duritie atque elasticitate. Haec glacies est fragilis et spongiosa, ita ut HUBIUS(1) illam glaciem comparet cum sura ranarum.

Perluciditas glaciei vulgo est minor quam aquae, praecipue in superficie, cujus causa sunt bullae aëreae, rupturae parvae quorum magna copia praesens est, et dispositio particularum. Glacies in maribus septentrionalibus multo minus perlucens est, et habet colorem viridem vel coeruleum saepe. Hic color attribuitur colori aquae. Porro glacies habet, ut aqua ex qua orta est, nullum proprium gustum et odorem.

Refractio glaciei, secundum WOLLASTONUM, est 1,310, cum est illa aquae 1,336 et illa vacui 1,00; ergo minor quam illa aquae, quod LAHIRIUS (2) jam ostendit. Glacies minime electricitatem con-

(1) Conf. *Annuaire par l'an 1833, par le bureau des longitudes.*

(2) Conf. *Hist. et mém. de l'Acad.*, Tom. X.

ducit, sed attritu evadit electrica. Ut omnia corpora etiam glacies dilatatur calore et contrahitur frigore, quo efficiuntur illae fissurae, quae in fluminibus, lacubus et maribus observantur.

Gmelinus (1) experimenta de temperatura glaciei in Siberia instituit, quae docuerunt sequentia:

1°. Quando aëris frigus augetur, augetur etiam glaciei frigus. Haec auctio tandem raro aequalis est ei aëris, rarissime major, sed saepissime minor.

2°. Diminuitur frigus aëris, saepissime simul ac frigus glaciei diminuitur. Raro diminuunt eadem ratione, plerumque imminuitur frigus aëris plus quam ea glaciei.

3°. Glaciale frigus, quod aëris ratione intenditur, plerumque tamen magis intenditur, quando aëris frigus acrius fit; licet cum intensione hac aëreum nondum ad eum gradum accedat, quo gaudebat ante hanc mutationem glacies.

4°. Vicessitudines et mutationes caloris et frigoris perpetuae sunt, tam in aëre, quam in glacie. Sed

---

(1) Conf. *Comm. Acad. Scient. imp. Petropolitanae*, Tom. X.

aër citioribus subjectus est mutationibus, quam glacies. Multa enim plura exempla adsunt permanentis frigoris glacialis, tempore, quo aëreum vel imminutum vel auctum fuit, quam aërei frigoris permanentis, dum glaciale mutatum fuit.

5°. Datur talis tam aëris quam glaciei status, qui a causa quae frigus producit, affici nequit; aliisque qui nec a causa frigoris efficiente, nec a causa contraria affici potest.

Observationes recentioris temporis haec confirmaverunt; et simul docuerunt aquam vel glaciem semper majore temperatura gaudere, quam aër atmosphaericus.

Tandem agendum est de phaenomene notabili, de evaporatione glaciei. Post PLINIUM primus fuit BOYLUS (1) qui observavit, glaciem quamvis status est solidus, etiam evaporare; quod confirmatum est a SEDILEAUO et MARIOTTO. GAUTERONUS conclusit experimentis institutis hieme 1709, non solum glaciem evaporare, sed hanc evaporationem

(1) Conf. BOYLE, *de Atmosphaeris corporum consistentium.*

superare illam aquae, quae congelari incipit, et evaporationem accrescere, crescente frigore. Secundum NOLLETUM, BARONUM, aliosque recentioris temporis, causa voluminis decrementi quod observabatur, oriebatur ex attritu aëris quo glacies diminueretur. Diu hac de re inter Physicos magna lis fuit, donec tandem GAY-LUSSACCUS (1) ostenderet, solidificationem aquae evaporationi non obesse. Ad mensurandam tensionem vaporis aquae temperaturae infra punctum congelationis, excogitavit apparatum, qui constat e tubo barometri, cujus pars suprema parumper est recurvata ut fig. 9 demonstrat. Hic tubus repletur hydrargyro, quod antea ebullitioni traditur, ad expellendum aërem atmosphaericum; porro additur parva quantitas aquae, quae quando tubus convertitur, supra hydrargyrum adscendit, partim evaporatur, et hydrargyrum deprimit quantitas definita. GAY-LUSSACCUS ut definita vapori temperatura daretur, introducit parti supremae A tubi, vase replete mis-

(1) Conf. *Ann. de Chemie et de Physique*, 1822.

cela frigida; in centro cujus vasis thermometrum positum est. Vapor illo loco perdit partem ejus tensionis, se praecipitat; mox excipitur haec quantitas alia quantitate vaporis, quae etiam se praecipitat, et sic porro usque ad omnis aqua quae liquida mansa erat in B tota evaporata est, et in A posita est. Quantitas quae in statu vaporis manet, tum gaudet tensione, quae congruit temperaturae A. Haec tensio tum observatur, comparata altitudine hydrargyri, in tubo vaporem continente, cum altitudine hydrargyri, eo momento, in tubo barometri perfecte aëre purgato. Ad faciendas illas mensiones accurate utitur tubo optico parvo horizontaliter posito, qui verticaliter mobilis est in scalam in gradus divisam, et interne micrometro gaudet. Hoc modo, ope hujus apparatus, invenit tensionem aquae vaporis gradu —19,59 C. esse $\overset{m.m.}{1,353}$.

Evaporatio major esse glaciei in vacuo, quam illius in aëre formatae, Cl. VAN MONS (1) experi-

(1) Conf. B. REYLINK, *Schei-, Artsenymeng- en Natuurkundige Bibliotheek*, D. XV.

mentis ostendit. Ille narrat vidisse se glaciem formatam in vacuo LESLIEANO; quae statum solidum servabat, temperatura + 12° C. in aedicula atque vacuo. Postea tres eam dies mansisse hoc in statu, admitti aërem, et unico fere momento totam glaciem disparuisse.

Servatio status soliditatis, dependet a glacie, quae continuo evaporat; sed permansio temperaturae tam magnae in vacuo demonstrat, vaporem glaciei tantam copiam calorici glaciei desumere, ut necesse sit, ut eonservet hanc eandem temperaturam. Glacies nunc debet accipere foris caloricum, quo semper potest caloricum vapori desistere, nam temperatura semper 0° gaudet.

Sicut corporibus calefactis, calor radiat, sic etiam radiat frigus glacie et aliis corporibus frigidis. Hoc potest demonstrari, ponendis duobus speculis concavis metallicis alterum certa distantia ab altero; et in foco alterius speculi fragmentum glaciei, et in foco atterius speculi thermometrum ponendo; tum videbimus thermometrum des-

cendere, quod demonstrat, e glacie radiare frigus (1).

Quando glacies in fluminibus praesertim, ante debaclum non rumpitur magnas calamitates producere potest, v. g. obstructiones, quibus effluvia efficiuntur. Ad praeveniendas illas calamitates epistomia ducuntur infra glaciem, quae glaciem frangunt et in parva fragmenta dividunt, quae non nocent.

Si glacies se potest conjungere, cum satis magna calorici copia quod ex corporibus ambientibus calidioribus exiens, iterum latens evadit, atque hinc temperatura glaciei liquescentis thermometro indicata non mutatur, funditur. Secundum LAVOISIERUM et DE LA PLACIUM: Est calor, qui requiritur, ut glacies fundatur aequalis $\frac{3}{4}$ ejus, qui idem aquae pondus a temperatura glaciei liquescentis ad illam aquae ebullientis perducere possit.

Aliter res sese habet, si caloricum cum aqua ad punctum congelationis frigefacta conjungatur. Nam

(1) Conf. C. S. POUILLET in op. cit., Tom. I. Pars I.

experientia docet, si v. g. sumamus pondus aquae 0° C., et pondus aquae temperatura 75° C., obtineri duo pondera aquae temperatura 0,37½° C. Eo casu, quando nempe quantitates aquae diversae temperaturae miscentur, semper obtinemus miscelam, quae medio arithmetico inter duas temperaturas gaudet.

Semper glacies gradu 0 C., e solido in liquidum statum transit, et aqua liquida evadit. Eadem phaenomena, ut solidificationem, hunc transitum comitantur, ratione inversa.

THESES.

I.

In congelationem electricitas suam videtur habere vim.

II.

Causa cur glaciei gravitas specifica minor sit, quam illa aquae, potissimum derivanda videtur ex illa proprietate aquae, ut gradu $+4°,1$ C. maximo gaudeat densitatis.

III.

Utilitatem conductorum fulminis perperam negat Cl. LESLIE.

IV.

Causa phaenomenorum galvanicorum imprimis chemica videtur.

V.

Recte VAN BEECK CALKOEN: »Inest praesertim »studio Mathematico mira vis et facultas ad judi»cium acuendum, ingeniumque ad simplicitatem, »quae veritatis comes est, eleganter adducendum."

VI.

Licet ingeniosa sit illa OLBERSII, de ortu planetarum Vestae, Junonis, Palladis et Cereris, conjectura, qua hosce quatuor planetas, ex uno planeta principali, vehementi interna actione diffracto, ortos esse suspicatur, eandem tamen minime esse admittendam contendimus.

VII.

Omnia experimenta, quae a viris doctis sunt instituta, non potuerunt efficere illud; ut quo modo sit vis definienda, bene intelligatur.

VIII.

Functio generationis in regno organico, individui generantis, mortalitatem probat.

THESES.

IX.

Forsitan Chlorureta et Chlorida metallorum non salibus adnumeranda sunt; nam si in salium ordine ponuntur, horum definitio accurata dari non facile potest.

X.

Licet principium contagiosum, quod vocatur, in aëre atmosphaerico a Chemicis non inveniri possit, regnantibus morbis contagiosis, tamen ex eo non sequitur, Chloricum ad aërem purgandum non adhibendum esse.

ERNESTO CHRISTIANO BÜCHNER

S. P. D.

Simon Speyert van der Eyk,

CUM MATHESEOS MAGISTERIUM ET PHILOSOPHIAE
NATURALIS DOCTORATUS GRADUM CAPESSERET,
IN ACADEMIA LUGDUNO-BATAVA.

Lympha statu triplici est Physicis et cognita formâ,
Tota in Naturâ, queis bona tanta parit.
Quâ solidum et liquidum, quâ et elasticitate potentes
Effectus monstrat, munera mira dedit.
Ne dicam vires vel elasticitate vaporum
Productas, miris, innumerisque modis.
Mirum sit; glaciem, certoque volumine natam
Crescere; vix ullo mox cohibenda loco.

Sed magis est mirum, massa ut densissima fiat:
In solidam glaciem nec tamen inde ruat.
Quatuor a graduum metâ fit rarior ipsa.
Ad zero inde redux, mox coït unda gelu.
Hinc in Naturâ apparent miracula tanta,
Doctorum veterum vix reverenda fide.
Quam variâ facie Natura effulget ubique?
Munera quot condens grandia, rara, sinu?
Ut massa increscat, tenuem et magè proferat undam.
Extemplo in glaciem sic tamen unda ruet
Densior ut glacies, levior tamen hac simul unda;
Unde levem glaciem saepe fluenta gerunt.
Büchneri ingenio simul experientia fulsit,
Haec propria, haud dubia, qua probet ipse notâ.
I pede felici, qua Te tua fata vocabunt,
Qua te doctrinae sancta corona vehat!

Fig: 1

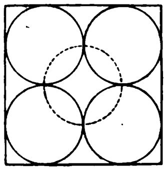




Fig: 5

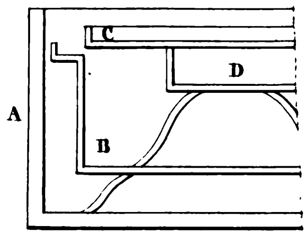


Fig: 6

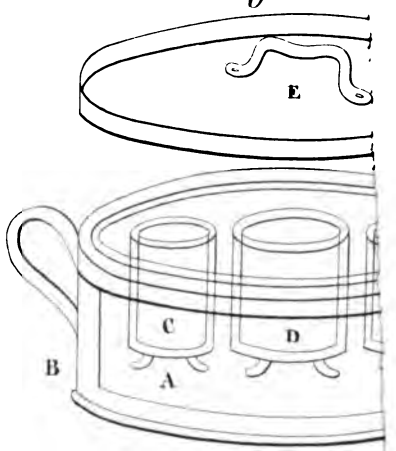


Fig: 8

